



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

**PROBLEMATIKA MĚŘICÍCH A DIAGNOSTICKÝCH METOD
PŘI PROVÁDĚNÍ REVIZE ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ**

PROBLEMS OF MEASUREMENT AND DIAGNOSTIC METHODS FOR IMPLEMENTING INSPECTION OF
ELECTRICAL EQUIPMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondrej Porubský

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. František Veselka, CSc.

BRNO 2017

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Student: Ondřej Porubský

ID: 174239

Ročník: 3

Akademický rok: 2016/17

NÁZEV TÉMATU:

Problematika měřicích a diagnostických metod při provádění revize elektrických zařízení

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznamte se s problematikou provádění revizí elektrických zařízení.
2. Seznamte se s příslušnými normami pro provádění revizí zadaného elektrického zařízení a měřicími a diagnostickými metodami.
3. Zpracujte revizi, se zaměřením na použité měřicí metody, měření izolačního stavu, měření přechodných odporů, apod.
4. Ověřte funkčnost daného elektrického zařízení.
5. Vyhodnoťte výsledek provedené revize.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] VESELKA, F., HUZLÍK, R.: Inspekční a revizní činnost ISBN 978-80-7204-568-6, laboratorní a numerická cvičení ISBN 978-80-7204-567-9,
- [2] HONYŠ, V.: Bezpečná elektrotechnika. IN – EL Praha 1998, ISBN – 80 – 86230 – 00 -7
- [3] VESELKA, F.: Stavba elektrických strojů II, Praktické využití netradičních vědeckých metod ke studiu a inovaci elektrických strojů a zařízení. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, ISBN 978 – 80 – 7204 - 622 –5
- [4] Další navazující ČSN

Termín zadání: 6.2.2017

Termín odevzdání: 31.5.2017

Vedoucí práce: doc. Ing. František Veselka, CSc.

Konzultant:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Abstrakt

Bakalárska práca je venovaná revízií elektrického zariadenia v zmysle STN 33 1500 a STN 33 1610. Ďalej sa zameriava na meracie metódy a ich problematiku pri vykonávaní revízie elektrického spotrebiča. Výsledkom práce je vyhotovenie revíznej správy.

Kľúčové slová

Revízia, meracie metódy pri revízii, elektrický spotrebič,

Abstract

The bachelor thesis is focused on revision of electrical equipment in accordance with the law STN 33 1500 and STN 33 1610. It also focuses on measuring methods and problems during performance of revision of electric equipment. The result of the thesis is the evaluation of a review report.

Keywords

revision, measuring methods during revision, electric equipment

Bibliografická citácia:

PORUBSKÝ, O. Problemtika měřících a diagnostických metod při provádění revize elektrických zařízení. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 44s. Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Veselka, CSc.

Prehlásenie

„Prehlasujem, že záverečnú prácu na tému Problematika měřicích a diagnostických metod při provádění revize elektrických zařízení som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej záverečnej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto záverečnej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Zb., vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníka č. 40/2009 Sb.

V Brne dňa **31. mája 2017**

.....
podpis autora

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Františkovi Veselkovi, CSc. za účinnú metodickú, pedagogickú a odbornú pomoc a ďalšie cenné rady pri spracovaní mojej bakalárskej práce.

V Brne dňa **31. mája 2017**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	1
2	Odborná spôsobilosť	2
2.1	Vykonávanie kontrol elektrických spotrebičov	2
2.2	Vykonávanie revízie elektrických spotrebičov	2
3	Rozdelenie odborných prehliadok a skúšok	3
3.1	Východisková revízia	4
3.2	Periodické revízie	5
4	Vykonávanie kontrol a revízií elektrických spotrebičov v prevádzke	7
4.1	Rozdelenie elektrických spotrebičov	7
4.2	Lehoty pre vykonávanie kontrol a revízií elektrických spotrebičov	9
4.3	Činnosti vykonávané pri revízií elektrického spotrebiča	10
4.3.1	Prehliadka eklektického spotrebiča	10
4.3.2	Merania na elektrických spotrebičoch	12
4.3.3	Skúška chodu elektrického spotrebiča	14
4.3.4	Označenie	14
5	Vybrané revidované zariadenie	15
5.1	Technické údaje	15
5.2	Pripojenie motora - popis	17
6	Merania vykonané pri revízi zariadenia	20
6.1	Meranie odporu ochranného vodiča	20
6.2	Meranie izolačného odporu	22
6.3	Prúd pretekajúci ochranným vodičom	23
6.4	Meranie impedancie vypínacej slučky	25
6.5	Kontrola ochranného pospájania	26
6.6	Termovízne meranie na elektrickom zariadení	30
7	Problematika meracích metód	32
7.1	Problematika merania izolačného odporu	32
7.1	Problematika merania prúdu prechádzajúceho ochranným vodičom	33
8	Vyhodnotenie revidovaného zariadenia	34
9	Záver	36
	Literatúra	37
	Zoznam symbolov, veličín a skratiek	39
	Zoznam príloh	40

Zoznam obrázkov

Obr. 4.1: Triedy ochrán elektrických predmetov a používané značky na ich označenie (prevzaté z [11]).....	9
Obr. 5.1: Revidovaný elektrický spotrebič NMD 40/180B A.....	15
Obr. 5.2: Výrobný štítok motoru	16
Obr. 5.3: Jednopolová schéma zapojenia motora čerpadla	17
Obr. 5.4: Silový obvod zapojenia motora so stýkačovým prepínačom Y / D SDAINLM (prevzaté z [7], upravené)	18
Obr. 5.5: Ovládací obvod SDAINLM 16 (prevzaté z [7], upravené)	19
Obr. 6.1: Princíp merania odporu ochranného vodiča R_{PE} elektrického spotrebiča I. triedy	21
Obr. 6.2: Principiálna schéma merania izolačného odporu (prevzaté z [16], upravené)	22
Obr. 6.3: Meranie unikajúceho prúdu [15]	25
Obr. 6.4: Principiálna schéma meranie izolačnej slučky	26
Obr. 6.5: Eqvipotenciálna svorkovnica	27
Obr. 6.6: Pripojenie zemniča a ochranného pospojovania na EQ svorku	27
Obr. 6.7: Meranie zemného odporu	28
Obr. 6.8: Teplota elektromotora.....	30
Obr. 6.9: Svorkovnica elektromotora.....	31

Zoznam tabuliek

Tab. 4-2: Lehoty pravidelných kontrol a revízií (prevzaté z [10])	10
Tab. 4-3: Hodnoty izolačného odporu (prevzaté z [10])	13
Tab. 6-1: Namerané hodnoty izolačného odporu vinutí motora	23
Tab. 6-2: Meranie vypínacej slučky	26
Tab. 6-3 : Parametre prístroja	28
Tab. 6-4: Namerané hodnoty prechodového odporu	29
Tab. 0-1 :Lehoty pravidelných revízií elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny podľa vonkajších vplyvov určených na základe STN 33 2000-5-51(prevzaté z [9])	40
Tab. 0-2: Lehoty pravidelných revízií elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny podľa druhu objektov a niektorých vybraných zariadení (prevzaté z [9])	41
Tab. 0-3: Lehoty pravidelných revízií existujúcich elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny podľa druhu prostredia určeného na základe STN 33 0300: 1988 a STN 33 0300: 2001(prevzaté z [9]) ...	42

1 ÚVOD

Ľudstvo pozná elektrinu už viac ako 2000 rokov. Za posledných sto rokov zmenila spôsob života celého ľudstva. V súčasnosti je elektrina využívaná vo všetkých oblastiach ľudskej činnosti. Elektrina a elektrické zariadenia sú pre súčasných ľudí samozrejmosťou. Je veľmi dôležité rešpektovať pravidlá bezpečnej a spoľahlivej prevádzky zariadení.[1]

Od každého elektrického zariadenia sa očakáva, že bude pracovať bezporuchovo a hlavne nesmie ohrozovať ľudské zdravie. Z tohto dôvodu boli zavedené normy, ktoré predpisujú technické vlastnosti, ktoré dané zariadenie musí spĺňať. Každé prevádzkované zariadenie podlieha počas svojej prevádzky zmenám. Na zmeny jeho vlastností vplývajú rôzne druhy prostredia, v ktorých sa nachádza (napr. teplota, vlhkosť,...), starnutie materiálov a opotrebenie. Počas prevádzky sa technické parametre zariadenia v prevažnej miere zhoršujú. Preto je potrebné pravidelne monitorovať elektrické zariadenie počas celej doby jeho životnosti.

V celej Európskej únii sa vykonávajú pravidelné prehliadky a revízie elektrických zariadení v budovách a objektoch prístupných verejnosti. Tento systém kontrol je vykonávaný na základe platných právnych predpisov a noriem.

V prvej časti popisujem základné technické normy ktoré sa zaoberajú revíziou elektrických zariadení a popísal som revidované zariadenie. Ďalej som sa venoval meracím metódam pri revízii daného zariadenia.

Cieľom tejto bakalárskej práce je odborná prehliadka a skúška elektrického zariadenia a overenia jeho stavu z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia ľudí.

2 ODBORNÁ SPÔSOBILOSŤ

2.1 Vykonávanie kontrol elektrických spotrebičov

Kontrolu elektrického spotrebiča môže vykonávať poverený poučený pracovník organizácie (teda aj pracovník bez elektrického vzdelania), ktorý však musí mať odbornú spôsobilosť „Poučený pracovník“ §20 podľa vyhlášky č. 508/2009 Z.z., ktorý bol vyškolený v rozsahu svojej činnosti pre tieto kontroly a bol upozornený na možné ohrozenie elektrickým prúdom a súčasne bol poučený s poskytovaním prvej pomoci pri úrazoch elektrickým prúdom. Poučená osoba musí mať zápis o poučení, v ktorom je uvedený obsah poučenia [3].

Nevyžaduje sa písomný zápis o vykonanej kontrole. Kontrola sa v praxi vykoná samotným pracovníkom vždy pred použitím spotrebiča.

2.2 Vykonávanie revízie elektrických spotrebičov

V zmysle § 13a vyhlášky č. 508/2009 Z.z. môže revíziu elektrických spotrebičov vykonávať poverený odborný pracovník s odbornou spôsobilosťou aspoň samostatný elektrotechnik § 22.

Výnimočne môže vykonávať revízie elektrických spotrebičov aj osoba poučená §20 pod dohľadom osoby s §22 a väčším, ktorá poskytne poučenej osobe podrobnejšie pokyny k vykonávaniu OP a OS poprípade spolu s poučenou osobou rieši náročnejšie prípady tak, aby boli dodržiavané príslušné bezpečnostné opatrenia[3].

3 ROZDELENIE ODBORNÝCH PREHLIADOK A SKÚŠOK

Norma STN 33 1500 je základnou normou pre prevedenie revízie elektrických zariadení a zariadení na ochranu pred účinkami atmosférickej a statickej elektriny.

Platí pre všetky elektrické zariadenia, ktoré by mohli ohroziť zdravie ľudí, zvieratá alebo majetok a prostredie, v ktorom sa zariadenie nachádza za určitých podmienok prevádzky elektrickým prúdom, napätím, alebo javmi vyvolanými účinkami elektriny, pokiaľ iná štátna norma alebo predpis štátneho orgánu odborných dozorov nestanoví pre zvláštne prípady odlišné požiadavky [8].

Účelom odbornej prehliadky a odbornej skúšky elektrického zariadenia je preverenie jeho technického stavu z hľadiska jestvujúcej bezpečnosti a požadovanej bezpečnosti, čo inak znamená overenie zhody s predpismi a normami s cieľom, aby elektrické zariadenie nespôsobilo úraz človeku alebo škodu na majetku. Odborná prehliadka a odborná skúška alebo revízia elektrického zariadenia zahŕňa v sebe úkony, pri ktorých sa prehliadkou, skúšaním a meraním zisťuje stav elektrického zariadenia z hľadiska jeho bezpečnosti. Odborné prehliadky a odborné skúšky alebo revízie rozdeľujeme na: [3]

- **prvé**(východiskové),
- **pravidelné**(periodické),
- **mimoriadne**.

Prvá odborná prehliadka a odborná skúška:

Prvá odborná prehliadka a odborná skúška alebo východisková revízia elektrického zariadenia musí byť vykonaná po montáži alebo po ukončení celkovej rekonštrukcie elektrického zariadenia. Po jej uskutočnení elektrotechnik špecialista vypracuje písomný doklad Správu o prvej odbornej prehliadke a odbornej skúške elektrického zariadenia alebo Správu o východiskovej revízii elektrického zariadenia [3].

Tento doklad si musí prevádzkovateľ zariadenia archivovať počas celej doby životnosti elektrického zariadenia.

Pravidelná odborná prehliadka a odborná skúška:

Pravidelná odborná prehliadka a odborná skúška elektrického zariadenia alebo periodická revízia elektrického zariadenia sa musí periodicky vykonávať na

prevádzkovanom elektrickom zariadení v predpísaných lehotách počas celej životnosti elektrického zariadenia.

Po jej uskutočnení elektrotechnik špecialista vypracuje písomný doklad: Správu o periodickej odbornej prehliadke a odbornej skúške elektrického zariadenia alebo Správu o periodickej revízii elektrického zariadenia.

Prevádzkovateľ zariadenia je povinný uchovávať záznamy o výsledku kontroly po dobu ustanovenú právnymi predpismi a ostatnými predpismi na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci tak, aby boli v prípade potreby kedykoľvek dostupné príslušným dozorným orgánom [3].

3.1 Východisková revízia

Bez východiskovej revízie nemôžeme uviesť nové elektrické zariadenie do prevádzky, zariadenie musí mať kontrolu z hľadiska bezpečnosti. Prípadne ju nahradí overený a doložený doklad v súlade s požiadavkami stanovenými zvláštnymi právnymi predpismi ako napr. označenie štátnou značkou kvality, značkou prvého stupňa kvality, protokolom o kusovej skúške výrobku.

Ak máme vážne spoločenské, národohospodárske alebo technologické dôvody prečo nemôžu byť elektrické zariadenia počas rekonštrukcie bez napätia po celý čas trvania práce, môžeme v priebehu práce zariadenie prevádzkovať bez vykonanej východiskovej revízie.

V takýchto prípadoch musíme zabezpečiť opatrenia a kontroly, aby nebola ohrozená bezpečnosť na tých častiach zariadenia, kde sa vykonávala práca a treba ich uviesť do prevádzky. Všetky kontroly treba písomne zaznamenať a musia byť podpísane povereným pracovníkom.

Východiskovú revíziu vykonáme po ukončení všetkých prác rekonštrukcie na všetkých častiach elektrického zariadenia, na ktorých boli práce vykonané.

V ostatných prípadoch je najprv potrebné vykonať východiskovú revíziu a až potom uviesť zariadenie do prevádzky.

Pre túto normu, nepovažujeme rozšírenie elektrického obvodu nn, ktoré nevyžaduje zmenu istenia za nové ani rekonštruované elektrické zariadenie, a tak správu o východiskovej kontrole nahradzuje záznam o kontrole a podpis povereného pracovníka.

Elektrické zariadenia môžeme pripojiť pod napätie, ak je to nutné pre merania a skúšky potrebné pred ukončením východiskovej revízie. Ale najskôr je treba urobiť také opatrenia, aby nebola ohrozená bezpečnosť.

Na elektrickom zariadení, ktoré mení svoju pôvodnú polohu, môže pri premiestňovaní na nové miesto, doprave alebo skladovaní nastať zmena elektrických a funkčných vlastností alebo pri zmene zapojenia oproti pôvodnej

dokumentácii sa musí vykonať aspoň kontrola. Kontrolu vyhotoví poverený pracovník, spíše záznam o kontrole a podpíše ho. Ak sa toto zariadenie na mieste skladá z viacerých častí treba vykonať východiskovú revíziu. [8]

PODKLADY PRE VÝCHODISKOVÚ REVÍZIU

- dokumentácia elektrického zariadenia odpovedajúca skutočnému stavu,
- protokol o určení druhu prostredia, pokiaľ nie je súčasťou dokumentácie,
- písomné doklady o vykonaní východiskových revízií časti elektrického zariadenia,
- záznamy o kontrolách, skúškach a meraniach vykonaných na elektrickom zariadení pred uvedením do prevádzky,
- písomné záznamy o vykonaných opatreniach a kontrolách [8].

3.2 Periodické revízie

Prevádzkované elektrické zariadenia musia mať periodickú (pravidelnú) revíziu najneskôr v lehote stanovenej touto normou. Lehoty pravidelných revízií sú stanovené v STN 33 1500/Z1.

Podľa STN 33 3200 sa na prenosovom vedení, distribučnej sústave, transformačných staniciach vn/nn a rozvodných zariadení nn distribučnej sústavy nemusia vykonávať pravidelné revízie, ak je bezpečnosť elektrických zariadení pravidelne zaisťovaná kontrolami a údržbou podľa vlastného postupu pravidelnej údržby.

Pravidlá preventívnej údržby stanovujú lehoty a spôsoby vykonávania pravidelných kontrol, prípadne predlžujú lehoty pravidelných revízií. O výsledkoch pravidelných kontrol a odstránení porúch zistených kontrolou sa musí vykonať záznam s podpisom povereného pracovníka.

Výnimkou sú elektrické zariadenia, ktoré musia byť v nepretržitej prevádzke zo spoločenských, národohospodárskych alebo technologických dôvodov. U týchto zariadení sa pravidelná revízia môže vykonať aj po skončení lehoty pravidelnej revízie, a to najneskôr v nasledujúcom roku od uplynutia stanovenej lehoty.

Dĺžka lehoty pre pravidelnú revíziu elektrického zariadenia sa odvodí v závislosti na umiestnení elektrického zariadenia vid'. tabuľka 3-1 v prílohe [8].

PODKLADY PRE PRAVIDELNÚ REVÍZIU

- dokumentácia elektrického zariadenia odpovedajúca skutočnému stavu,
- protokol o určení druhu prostredia,
- dokumenty o údržbe elektrického zariadenia, tzn. vykonané kontroly, revízie, skúšky a merania,
- záznamy s výsledkami vykonaných kontrol podľa pravidiel preventívnej údržby a s podpisom povereného pracovníka,
- doklady z činnosti orgánu štátneho odborného technického dozoru [8]

4 VYKONÁVANIE KONTROL A REVÍZIÍ ELEKTRICKÝCH SPOTREBIČOV V PREVÁDZKE

Problematikou kontrol a revízií elektrických spotrebičov v prevádzke sa zaoberá norma STN 33 1610: 2002. Účelom tejto normy je stanoviť požiadavky na kontroly a revízie elektrických spotrebičov, ktoré sú odlišné od ČSN 33 1500 a ČSN 1600, s cieľom zabezpečenia ochrany pred úrazom elektrickým prúdom a proti požiaru.

4.1 Rozdelenie elektrických spotrebičov

Elektrický spotrebič je definovaný ako elektrické zariadenie používané v domácnostiach, dielňach, a pod. určené k premene elektrickej energie na iný druh energie (napr. na teplo, svetlo, alebo na mechanickú energiu pre pohon). Podľa normy STN 33 1610 medzi elektrické spotrebiče patria:

- spotrebiče pre domácnosť a podobné účely (vŕtačky, brúsky, mixéry, a pod.),
- elektrické svietidlá (pevne zabudované, prenosné a pod.),
- elektrické zariadenia informačnej techniky (kancelárska technika, výpočtová technika a pod.),
- prístroje spotrebnej elektroniky (televízie, rádiá, počítače a pod.),
- pohyblivé prívody a šnúrové vedenia (ak sú súčasťou pripojenia spotrebiča),
- elektrické a elektronické meracie prístroje,
- ostatné elektrické spotrebiče podobného charakteru (podlahové vykurovanie a pod.).

Rozdelenie elektrických spotrebičov podľa charakteru spotrebiča:

- **prenosné spotrebiče** - spotrebiče, s ktorými sa pri práci manipuluje do hmotnosti 18 kg (vysávač, varič, a pod.),
- **neprenosené spotrebiče** - spotrebiče s hmotnosťou nad 18 kg (chladnička, práčka, umývačka riadu, a pod.),
- **pripevnené spotrebiče** – spotrebiče pripevnené k podložke určené k používaniu (klimatizačná jednotka, ohrievač vody, a pod.).

Rozdelenie elektrických spotrebičov podľa používania:

Skupina A Spotrebiče poskytované formou prenájmu ďalšiemu užívateľovi,

Skupina B Spotrebiče používané vo vonkajšom prostredí (na stavbách, v poľnohospodárstve),

Skupina C Spotrebiče používané pri priemyselnej a remeselnej činnosti vo vnútorných priestoroch,

Skupina D Spotrebiče používané vo verejne prístupných priestoroch (školy, kluby, hotely, a pod.),

Skupina E Spotrebiče používané pri administratívnej činnosti.

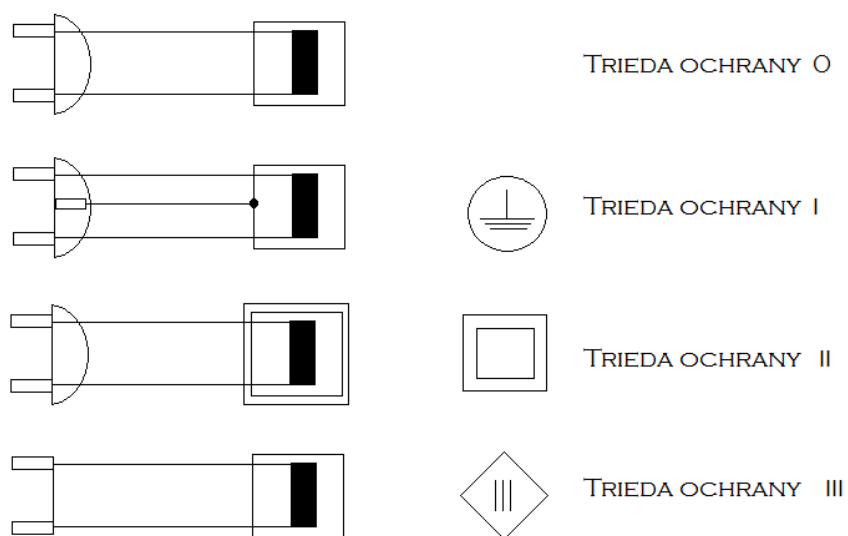
TRIEDY OCHRÁN ELEKTRICKÝCH SPOTREBIČOV :

Trieda ochrany 0: Má len základnú izoláciu, ktorá cháni pred úrazom a nemá ochranu pri poruche. Spotrebiče, ktoré majú len túto ochranu sa považujú za nebezpečné a ich prevádzka sa povoľuje len v priestoroch s nevodivým okolím. Na Slovensku sa nesmú používať.

Trieda ochrany I: Spotrebiče majú základnú izoláciu, ktorá zabezpečuje základnú ochranu a ochranné pospájanie zabezpečuje ochranu pri poruche. Na zariadenie sa pripojí ochranný vodič PE zo siete.

Trieda ochrany II: Spotrebiče so základnou izoláciou, ktorá zabezpečuje základnú ochranu a s prídavnou izoláciou, ktorá zabezpečuje ochranu pri poruchách alebo zariadenie, ktoré má zosilnenú izoláciu, ktorá zabezpečuje základnú ochranu a aj ochranu pri poruche. Vodivé časti sa nesmú pripojiť na ochranný vodič.

Trieda ochrany III: Pri tomto type spotrebiča nie je potrebné mať pripojený ochranný vodič lebo je vybavené obvodmi SELV a PELV, napätie nepresiahne predpísané hodnoty bezpečného napätia (50V str. a 100V js.) [11].



Obr. 4.1: Triedy ochrán elektrických predmetov a používané značky na ich označenie (prevzaté z [11])

4.2 Lehoty pre vykonávanie kontrol a revízií elektrických spotrebičov

Kontroly elektrických spotrebičov sa vykonávajú v lehotách stanovených normou vid'. tab. 4-1.

Revízie elektrických spotrebičov sa vykonávajú :

- Vždy po oprave, rekonštrukcii a úprave,
- Vždy pri každej predpokladanej alebo zistenej poruche,
- Pravidelne v lehotách
- Pri použitých spotrebičoch, ktoré sú uvedené na trh

Tab. 4-2: Lehoty pravidelných kontrol a revízií (prevzaté z [10])

Skupina elektrických spotrebičov	spotrebiče držané v ruke		Prenosné spotrebiče		neprenosné a pripevnené spotrebiče	
	kontrola	revízia	kontrola	revízia	kontrola	revízia
A	Vždy pred ich vídaním užívateľovi					
B	pred použitím	1 x za 3 mesiace	pred použitím	1 x za 3 mesiace	pred použitím	1 x za 6 mesiacov
C	pred použitím	1 x za 6 mesiacov	pred použitím	1 x za 12 mesiacov	pred použitím	podľa STN 33 1500
D	1 x za týždeň	1 x za 12 mesiacov	1 x za mesiac	1 x za 12 mesiacov	1 x za 3 mesiace	podľa STN 33 1500
E	1 x za mesiac	1 x za 12 mesiacov	1 x za 6 mesiacov	1 x za 24 mesiacov	1 x za 12 mesiacov	podľa STN 33 1500

4.3 Činnosti vykonávané pri revízií elektrického spotrebiča

Pri vykonávaní revízie je potrebné vykonávať kroky postupu v poradí. Ak chceme pristúpiť k ďalšiemu kroku revízie musí spotrebič vyhovovať kroku predchádzajúcemu. Postup revízie elektrického spotrebiča sa líši podľa toho do akej triedy ochrany patrí. Postup pre vykonanie revízie spotrebiča triedy ochrany I je schematicky znázornený v prílohe A a v prílohe B je schematicky znázornený postup revízie pre elektrický spotrebič triedy ochrany I a II [10].

4.3.1 Prehliadka eklektického spotrebiča

Pri prehliadke je potrebné zistiť do akej triedy ochrany patrí daný spotrebič a podľa toho sa volí ďalší postup revízie.

PREHLIADKA PRI KONTROLE

Pri prehliadke sa spotrebič dôkladne prehliadne z vonku. Kontrolujú sa kryty, ovládacie prvky a pod. tieto časti nesmú byť poškodené tak, aby bola znížená ochrana pred nebezpečným dotykom živých častí.

Ďalej kontrolujeme prívod, ktorý nesmie byť poškodený, nesmie mať zostarnutú izoláciu (tvrdú, popraskanú), nesmie byť poškodená vidlica, vstup do spotrebiča musí byť vybavený ochrannou prechodkou. Tomuto musí zodpovedať aj predlžovací, pohyblivý a odpojiteľný prívod. U spotrebičov patriacich do triedy ochrany II a III musí byť prívod neoddeliteľný od zariadenia. U zariadení, ktoré majú kartáče sa kontroluje, či sú držiaky kartáčov bez poškodenia, kartáče nesmú chýbať. Ďalej sa kontroluje, či vetracie otvory nie sú zaprášené alebo zakryté. Ak sú zistené poruchy/nedostatky, treba ich opraviť buď na mieste, alebo predať k oprave. [3]

PREHLIADKA PRI REVÍZII

Pri revízii začíname prehliadku tým istým postupom ako pri kontrole a ďalej je potrebné zariadenie dôkladne prehliadnuť podľa možností daných konštrukčným prevedením v súlade s návodom výrobcu. Pripojovacie svorky musia mať dotiahnuté pripájacie svorky, ploché zásuvné spoje musia mať spoľahlivý elektrický a mechanický kontakt. Treba prekontrolovať spájkované spoje, či nejavia známky nespoľahlivého spojenia. Vnútorne vedenie nesmie mať poškodenú izoláciu, tak isto aj ovládacie prvky nesmú byť poškodené tak, aby bola znížená ochrana pred nebezpečným dotykom. Spínač musí umožňovať zapnutie a vypnutie. [3]

DIAGNOSTIKA KOMUTÁTORU

Pri prehliadke komutátora si všímame poškodenia na povrchu komutátora, ktoré vznikajú z rôznych príčin, zhoršujúcich komutáciu. Závady môže spôsobovať vystupovanie slúdy, povrchová nerovnosť vystupujúcej lamely, nerovné hrany lamiel a ďalšie. Odstránenie tohto poškodenia je často veľmi náročné. Na povrchu komutátora môžu byť ryhy a zadrené miesta spôsobené čiastočkami slúdy, medi alebo iných rôznorodých telies, ktoré sa vryli do dotykovej plochy kartáča. Tieto nedostatky môžeme eliminovať upravením komutátora tak, že na jeho vonkajší povrch sa vytvorí minimálne jedna závitová drážka o šírke 0,5mm s hĺbkou 0,5mm tak, aby jej stúpanie bolo rovné šírke použitého kartáča. [4]

4.3.2 Merania na elektrických spotrebičoch

Platí pre elektrické spotrebiče, ktoré môžeme pre vykonanie merania odpojiť od dodávky elektrickej energie:

Meranie odporu ochranného vodiča

Meranie odporu sa vykoná pre všetky spotrebiče, odpojiteľné a predlžovacie prívody s ochranným vodičom. Pre spotrebiče s triedou ochrany I vykonáme meranie medzi kontaktom PE na vidlici a neživými časťami spojenými s ochranným vodičom vrátane predlžovacieho prívodu. Meranie vykonáme aj na predlžovacích a odpojiteľných prívodoch medzi kontaktom ochranného vodiča vidlice a ochranným kontaktom na druhom konci prívodu [10].

Meranie izolačného odporu

Meraním izolačného odporu zistíme či elektrický spotrebič bezpečne znesie prevádzkové napätie. Z veľkosti nameraného izolačného odporu môžeme stanoviť kvalitu izolácie, a tým i dobu životnosti spotrebiča.

Okolnosti ovplyvňujúce izolačný odpor:

- odpor sa zväčšuje ak klesá obsah vlhkosti izolácií a naopak,
- s rastúcou teplotou odpor klesá, v studenom stave má čistý a suchý stroj niekoľkokrát väčší izolačný odpor ako v teplom stave,
- prostredie, v ktorom stroj pracuje má podstatný vplyv na izolačný odpor,
- hodnota veľkosti odporu je závislá na veľkosti meracieho napätia (pri vyššom napätí obvykle nameriame nižšie hodnoty odporu) [2].

Toto meranie je dôležitou časťou skúšky, ktorá je zaradená do typovej a kusovej skúšky zariadenia. K meraniu izolačných odporov sa používajú okrem iných prístroje Megmet a PU 311. Meracie jednosmerné napätie je 100, 500 a 1 000 V [8].

Meranie izolačného odporu sa nevykonáva pokiaľ:

- spotrebič obsahuje časti, ktoré by priloženie jednosmerného napätia mohlo poškodiť,
- spotrebič je vybavený časťami, ktoré sa pri odpojení prívodu dajú do polohy znemožňujúcej meranie izolačného odporu celého zariadenia.

Meranie izolačného odporu vykonávame :

- pri spotrebičoch s triedou ochrany I medzi živými časťami a neživými časťami spotrebiča,
- pri spotrebičoch s triedou ochrany II a III medzi živými časťami a vodivými časťami, ktoré sú prístupné,
- pri predlžovacích alebo odpojiteľných prívodoch medzi PE vodičom a vzájomne prepojenými ostatnými vodičmi,
- pri transformátoroch medzi pracovnými vodičmi a PE vodičom pre transformátory s triedou ochrany I a na transformátoroch s triedou ochrany I a II medzi živými časťami výstupného odporu [10].

Tab. 4-3: Hodnoty izolačného odporu (prevzaté z [10])

triedy ochrany	Izolačný odpor spotrebičov MΩ		
	držaných za prevádzky v ruke	ostatné	
I	2	tepelné s príkonom nad 3,5 kW	0,3 ²⁾
		ostatné	1
II	7 ¹⁾	2	
III	0,25	0,25	

1) pre svietidlá je dostačujúca hodnota 4 MΩ,

2) predpokladá sa vnútorné použitie a vonkajšie vplyvy pre priestor normálny, podmienka minimálneho izolačného odporu 0,3 MΩ nemusí byť splnená, ak spotrebiče spĺňajú podmienku pre medzný prúd pretekajúci spotrebičom [10].

Meranie prúdov pretekajúcich ochranným vodičom

Pri zariadeniach s triedou ochrany I meriame prúd pretekajúci PE vodičom po pripojení sieťového napätia. Pre správne vykonanie merania touto metódou musí byť zabezpečené izolované uloženie meraného zariadenia. Po splnení tejto podmienky môžeme priamo merať prúd pretekajúci ochranným vodičom PE.

Pre spotrebiče, ktoré nemôžeme uložiť izolovane, sa prúd pretekajúci PE vodičom meria nepriamo ako rozdielový prúd. V norme STN 60950-1+A11:2005-05 sú výnimky, ktoré môžu prekročiť hodnotu prúdu pretekajúcim PE vodičom 3,5 mA. Mimo prívod sieťového napätia nesmie byť na zariadenie pripojený žiadny ďalší prívod, ktorý by mohol spôsobiť prepojenie so zemou.

4.3.3 Skúška chodu elektrického spotrebiča

Elektrický spotrebič sa pripojí na menovité napätie. Následne sa musí overiť funkčnosť ovládacích a bezpečnostných prvkov. Ak je súčasťou zariadenia motor s komutátorom, nesmie dochádzať k nadmernému iskreniu a chod motoru musí byť pravidelný a bez nadmerného hluku [10].

4.3.4 Označenie

Ak bolo pri vizuálnej kontrole nájdený poškodené alebo nezreteľné označenie (nápis) na ochranných krytoch (napr. označenie smeru otáčania), musí byť toto označenie obnovené a treba zaistiť jeho trvácnosť [10].

5 VYBRANÉ REVIDOVANÉ ZARIADENIE

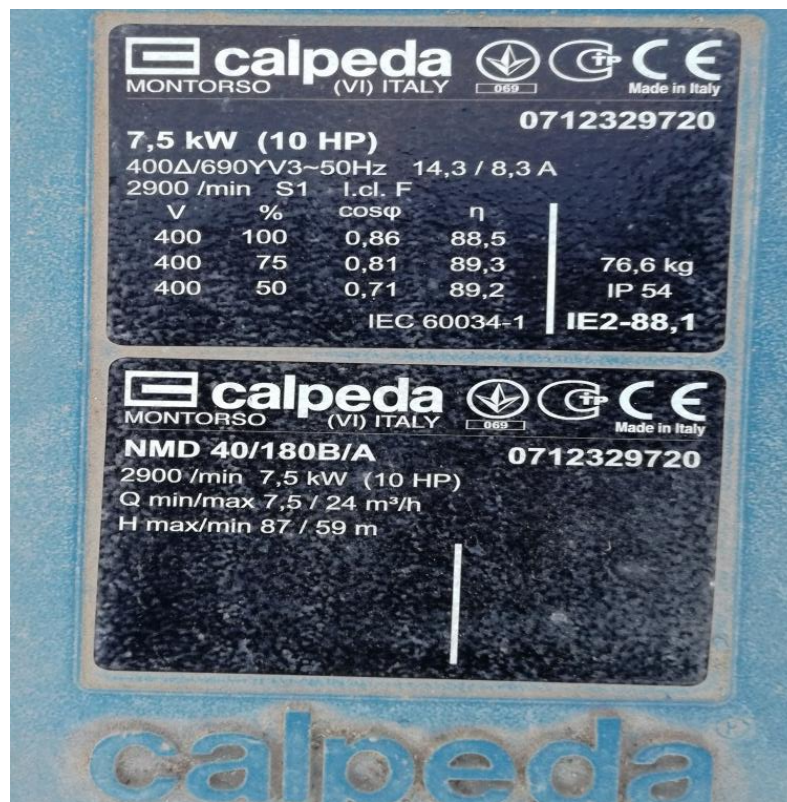
Jedná sa o monoblokové odstredivé čerpadlo, ktoré je využívané pre účel zavlažovania v záhradníckej firme. Doba prevádzkovania je 6 mesiacov v roku. Nachádza sa vo vonkajšom prostredí pod prístreškom. Podľa toho určíme ako často je treba zariadenie revidovať.



Obr. 5.1: Revidovaný elektrický spotrebič NMD 40/180B A

5.1 Technické údaje

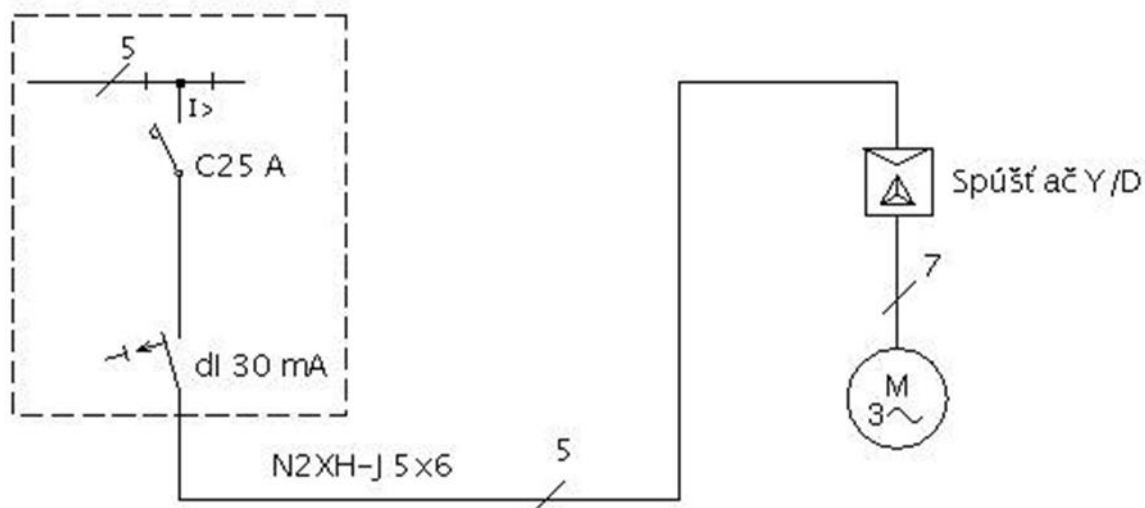
- asynchrónny motor,
- $P = 7,5 \text{ kW}$ (10 HP),
- 400 Δ (D)/690 Y; 14,3 A / 8,3 A,
- 2900 ot. min^{-1} ,
- $Q_{\text{min}} / \text{max}$ 7,5 / 24 m^3/h ,
- $H_{\text{max}} / \text{min}$ 87 / 59 m,



Obr. 5.2: Výrobný štítok motoru

Odstredivé čerpadlo je určené na čerpanie čistej alebo mierne znečistenej vody do max. teploty 90 °C a teplotou okolia do 40 °C. Množstvo abrazívnych látok nesmie prekročiť 0,2%. Maximálny dovolený tlak je 16 bar. Toto čerpadlo má v typovom označení za písmenami číslo 4 a to znamená, že jeho otáčky sú 2 900 ot.min⁻¹. Štandardnú výbavu tvorí mechanická upchávka (keramika, uhlík). Čerpadlo je určené na pevné zapojenie do siete. Pred uvedením čerpadla do chodu je treba skontrolovať smer otáčania, ktorý je určený výrobcom. Po inštalácii čerpadla musí byť vykonaná východisková revízia v zmysle STN 33 1500 [14].

5.2 Pripojenie motora - popis

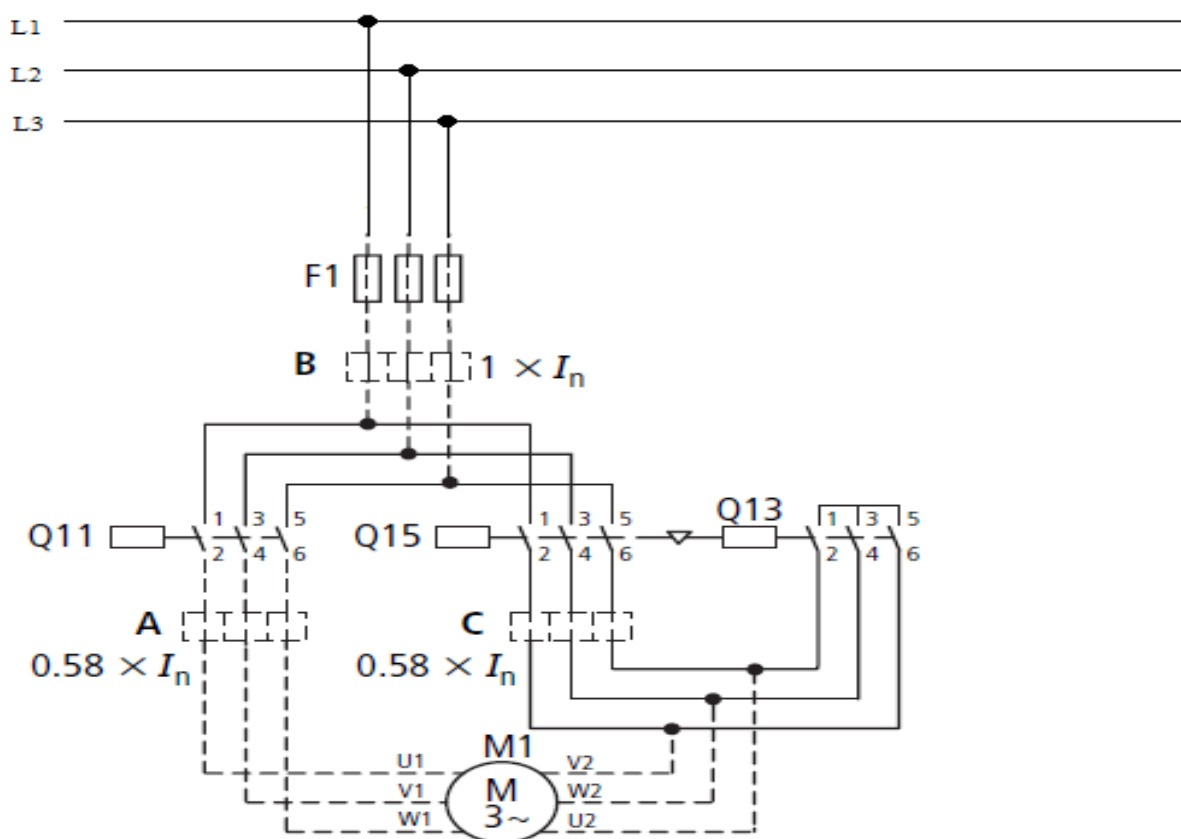


Obr. 5.3: Jednopolová schéma zapojenia motora čerpadla

Motor čerpadla je napájaný z rozvádzača káblom N2XH-J 5x6 (medený vodič, izolácia zo zosieťovaného polyetylénu, výplňová vrstva z bezhalogénovej oheň nešíriacej zmesi, plášť z bezhalogénovej oheň nešíriacej zmesi - čierny). Dĺžka káblu je 155 metrov. Kábel je chránený proti skratu ističom C25A, doplnkovú ochranu zabezpečuje prúdový chránič PFH7-40/4/003-G od firmy Möller, nakoľko sa zariadenie nachádza vo vonkajšom prostredí. Kábel je ukončený v plastovom boxe od firmy ABB z ochranou IP65, v ktorej je uložená stýkačová kombinácia SDAINLM 16 od firmy EATON, ktorá zabezpečuje automatické prepínanie Y/D. Na boku boxu je pripevnená skrinka - XALD213 - so zapusteným tlačidlom štart-stop a ochranou IP65. Prechody káblov do plastového boxu sú vyhotovené pomocou vývodiek s PG závitom príslušnej veľkosti a stupňom krytia IP65. Ako prívod do motora zo stýkačovej kombinácie je použitý sedemžilový pryžový kábel CGSG 7x4.

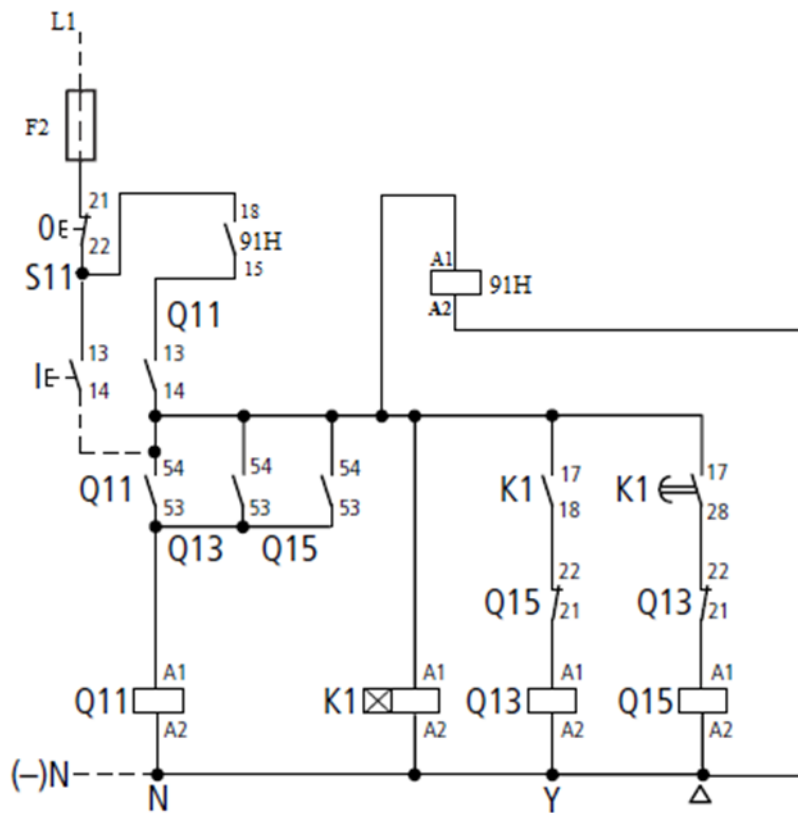
Revidovaný motor má výkon 7,5 kW a napäťové parametre 400/690 V. Na rozbiehanie takéhoto motora je potrebné znížiť záberový prúd. Znižovanie záberového prúdu môžeme previesť viacerými spôsobmi.

V súčasnosti je najefektívnejší spôsob riadenia rozbehu motora znižovanie svorkového napätia. Pri znižovaní svorkového napätia pomocou polovodičového napäťového meniča je dôležité, aby riadenie napätia bolo prepojené na riadenie prúdu a $I_{zab} = I_{dov}$. Z finančného hľadiska je výhodnejšie použiť prepínač hviezda trojuholník. V zapojení do hviezdy sa zníži rozbehový prúd na jednu tretinu. Pri spojení vinutia do hviezdy je napätie na fáze $\sqrt{3}$ krát menšie ako pri spojení do trojuholníka a z toho plynie, že záberový moment bude trikrát menší.



Obr. 5.4: Silový obvod zapojenia motora so stýkačovým prepínačom Y / D SDAINLM (prevzaté z [7], upravené)

O prepínanie zapojenia vinutí sa stará stýkačová kombinácia SDAINLM 16 od firmy EATON. Súčasťou stýkačovej kombinácie je aj časové relé, ktoré má nadstavenú dobu rozbehu v zapojení do hviezdy 3 sekundy. K celej kombinácii je pripojené časové relé CRM-91. Toto relé má nastaviteľný čas automatického vypnutia čerpadla, ktoré vypne čerpadlo po 3 hodinách chodu. Zapojenie je doplnené elektrickými aj mechanickými blokádami stýkačov.



Obr. 5.5: Ovládací obvod SDAINLM 16 (prevzaté z [7], upravené)

Princíp: stlačením tlačidla 1 sa zopne časové relé K1, zopne stýkač Q13 (zopnutie do hviezdy) a pri tom zopne aj časové relé 91H. Stýkač Q13 zároveň cez pomocný kontakt zapne stýkač Q11 (napájanie), ktorý sa cez pomocný kontakt udrží zapnutý. Po nadstavenom čase relé K1 stýkač Q13 vypne a zopne stýkač Q15 (zopnutie do trojuholníka). Stýkače Q13 a Q15 s navzájom blokovaným rozpínacím kontaktom, aby nedošlo k ich súčasnému zopnutiu (nastal by skrat). Motor je zapojený do trojuholníka a beží, pokiaľ mu nevypneme napájanie tlačidlom 0 alebo obvod rozpojí časové relé 91H.

6 MERANIA VYKONANÉ PRI REVÍZI ZARIADENIA

6.1 Meranie odporu ochranného vodiča

Pri odbornej prehliadke a odbornej skúške elektrického spotrebiča triedy I je jedna z najdôležitejších kontrol kontrola spojitosti obvodu ochranného vodiča. Kontrola sa vykonáva vizuálne a meraním. Počas skúšky meraním je dôležité vykonať ohýbanie prívodnej šnúry v oboch smeroch, čím sa môže objaviť dočasné prerušenie ochranného vodiča. Pri pohyblivých predlžovacích prívodoch sa nesmie zabudnúť na kontrolu vidlice (odľahčenie vodičov v ťahu – ochranný vodič musí byť dlhší než pracovné vodiče).

Pri skúške sa môžu na ochrannom vodiči objaviť najčastejšie tieto poruchy:

- nesprávne pripojenie,
- prerušenie ochranného vodiča,
- veľký prechodový odpor,

Pri meraní je možno použiť akýkoľvek merací prístroj na meranie prechodového odporu, pričom je treba zabezpečiť, aby prúd tečúci obvodom počas merania bol minimálne 0,2 A.

Podľa STN/ČSN 33 1610 hodnota odporu ochranného vodiča meraná medzi svorkovnicou PE a prístupnými vodivými neživými časťami spojenými s ochranným vodičom nesmie byť väčšia než 0,3 Ω pri dĺžke prívodu do 5 m. Pri dĺžkach presahujúcich 5 m sa pripočítava na každých 7,5 m dĺžky prívodu 0,1 Ω .

Postup merania:

Pre zmeranie odporu ochranného vodiča bol použitý prístroj EASYtest. Pred prvým meraním je nutné skalibrovať prístroj. Po kalibrácii prístroj sám zmeria odpor meracích šnúr, ktorý pri ďalších meraniach automaticky odpočíta od nameranej hodnoty odporu.

Kalibrácia:

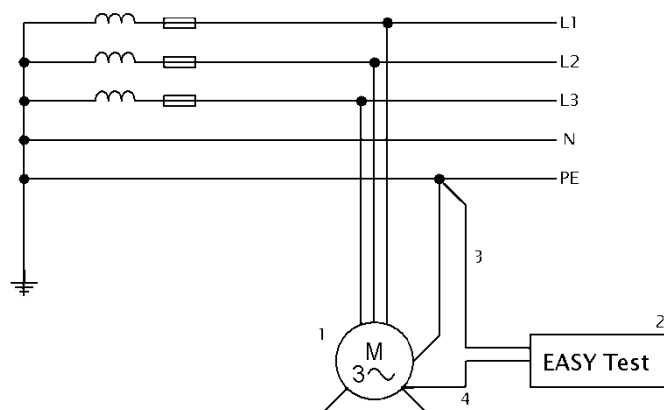
1. Meracie šnúry pripojte na meracie svorky 5 a 6,
2. Otočný prepínač nastavte do polohy LOW Ω ,
3. Skratujte meracie hroty a stlačte tlačidlo $I_{\Delta N}$ na displeji sa objaví znak k.
4. Stlačte tlačidlo START.

5. Prebehne proces kalibrácie.

Meranie odporu ochranného vodiča:

- prístroj bol zapojený tak isto ako pri kalibrácii,
- otočný prepínač musí byť v polohe LOW Ω ,
- jeden merací hrot bol priložený na svorkovnicu PE a druhý na neživé časti zariadenia,
- stlačíme tlačidlo START a odčítame výsledok.

Prístroj vykoná meranie v oboch polaritách (+ a -) a výsledok je zobrazený ako priemer z oboch meraní.



Obr. 6.1: Princíp merania odporu ochranného vodiča R_{PE} elektrického spotrebiča I. triedy

Legenda:

1 - meraný spotrebič, 2 - MP pre meranie odporu ochranného vodiča, 3 - spojenie medzi MP a ochranným vodičom meraného spotrebiča, 4 - spojenie medzi MP a neživými časťami meraného spotrebiča

Parametre meracieho prístroja pri funkcii LOW Ω

- Rozsah 0-19,99 [Ω]
 - Rozlišovacia schopnosť 0,01 [Ω]
 - Presnosť merania * $\pm(2\% \text{ z MH})$
 - Merací prúd > 200 [mA]
 - Napätie naprázdno > 4 [V]
- * platí po automatickej kompenzácii meracích šnúr

Meraním bola nameraná hodnota odporu ochranného vodiča $R_{PE}=0,02 \Omega$. Táto hodnota odporu je vyhovujúca podľa normy STN 33 1610.

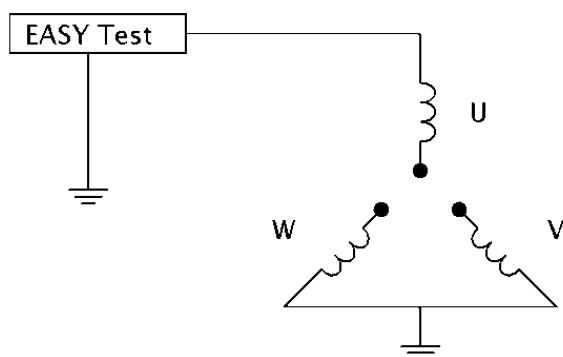
6.2 Meranie izolačného odporu

Jedným z najdôležitejších prevádzkových parametrov motoru je hodnota izolačného odporu a elektrická pevnosť izolácie. Pri trojfázových motoroch ide o izoláciu medzi cievkami statoru a statorovými plechmi a vzájomná izolácia medzi statorovými cievkami. Na izoláciu vinutia sú najčastejšie používané impregnačné látky ako napríklad polyesterové a polyesterimidové živice s reaktívnymi monomérmi. K poruche týchto izolácií môže dôjsť vniknutím malých častí s ostrými hranami (železné piliny, prach), ktorými sa naruší povrchová vrstva impregnačnej látky, poprípade vonkajším mechanickým poškodením. Zmenšenie izolačných vlastností spôsobuje veľká vlhkosť, ktorá znižuje elektroizolačné vlastnosti. Impregnačná vrstva môže byť tiež poškodená tepelným pôsobením pri preťažení a skrate.

Postup merania

Na zmeranie izolačného odporu bol použitý analógový merací prístroj METRISO 5000 A od firmy Gossen Metrawat. Pri tomto meraní bola namáhaná izolácia jednosmerným napätím $U_s = 500\text{ V}$ a prúdom $I_s = 1\text{ mA}$. Meranie izolačného odporu bolo vykonané na každom vinutí

- hlavný otočný prepínač prepneme do polohy 500V,
- druhý otočný prepínač prepneme do polohy Ω ,
- merací hrot + priložíme na jeden koniec vinutia motoru a druhý hrot - priložíme na kostru motora,
- odčítame hodnotu odporu pri pätnástej a šesťdesiatej sekunde od priloženia hrotov.



Obr. 6.2: Principiálna schéma merania izolačného odporu (prevzaté z [16], upravené)

Tab. 6-1: Namerané hodnoty izolačného odporu vinutí motora

	vinutie U	vinutie V	vinutie W
R_{Iz15} [GΩ]	20	15	17
R_{Iz60} [GΩ]	30	22	29
p_i [-]	1,50	1,47	1,71

R_{Iz15} - odpor po 15 sekundách od pripojenia napätia

R_{Iz60} - odpor po 60 sekundách od pripojenia napätia

Na základe hodnôt odporov R_{Iz15} a R_{Iz60} sa polarizačný index vypočíta ako pomer hodnoty odporu R_{Iz60} a odporu R_{Iz15} .

$$p_i = \frac{R_{Iz60}}{R_{Iz15}} \quad [-] \quad (6.1)$$

V prípade navlhnutej izolácie sa hodnoty odporu R_{Iz60} a odporu R_{Iz15} príliš nelíšia, teda polarizačný index sa približuje k 1. Naopak pri suchej kvalitnej izolácii polarizačný index rastie. V praxi čím väčší PI tým lepšia izolácia.

Namerané hodnoty izolačných odporov vyhovujú požiadavkám normy STN 33 1610.

6.3 Prúd pretekajúci ochranným vodičom

Prúd pretekajúci ochranným vodičom je prúd, ktorý unikne cez izoláciu spotrebiča do častí spojených s jeho ochranným vodičom a následne odteká cez vodič PE elektrickej inštalácie do uzemnenia v rozvážači. Ak je spotrebič spojený so zemou ešte iným spôsobom ako cez ochranný vodič, teda náhodne uzemnený, časť unikajúceho prúdu odteká do zeme týmto náhodným uzemnením. Pri meraní je treba zistiť aj túto časť unikajúceho prúdu. Je to z dôvodu prerušenia náhodného uzemnenia spotrebiča, kedy by vodičom PE pretekal celý unikajúci prúd.

Meraním sa overuje schopnosť izolácie spotrebiča zabrániť úniku nežiaduceho prúdu zo sieťovej časti na časti spotrebiča, ktorých je možné sa dotknúť. Ak by ich vodivé spojenie s uzemnením nebolo kvalitné, na odpore tohto vodivého spojenia vznikne dotykové napätie, ktoré môže spôsobiť úraz elektrickým prúdom [6].

Prúd pretekajúci ochranným vodičom v niektorých prípadoch môže spôsobiť nevhodné vybavenie istiacich prvkov, napríklad prúdového chrániča inštalácie.

Pre meranie prúdu pretekajúceho ochranným vodičom sú spotrebiče triedy ochrany I rozdelené podľa spôsobu pripojenia napájacieho zdroja:

- s pohyblivým prívodom zakončeným jednofázovou vidlicou,
- s pohyblivým prívodom zakončeným trojfázovou vidlicou,
- pevne pripojené.

Podľa spôsobu spojenia vodivých častí prístupných dotyku so zemou ich rozdelíme na spotrebiče:

- izolovane uložené, spojené so zemou len cez vodič PE,
- neizolovane uložené, náhodne uzemnené inak ako cez vodič PE.

Unikajúci prúd pevne pripojeného spotrebiča možno merať kliešťovým ampérmetrom priamo na ochrannom vodiči PE alebo nepriamo na pracovných vodičoch ako rozdielový prúd. Predpokladom priameho merania prúdu prechádzajúceho ochranným vodičom je skutočnosť, že spotrebič je uložený izolovane.

V tomto prípade, kedy sa meranie vykonáva na monoblokovom čerpadle, ktoré je neustále spojené so zemou cez vodu, čiže nespĺňa predpoklad pre priame meranie, zostáva druhý spôsob, a to meranie rozdielového prúdu.

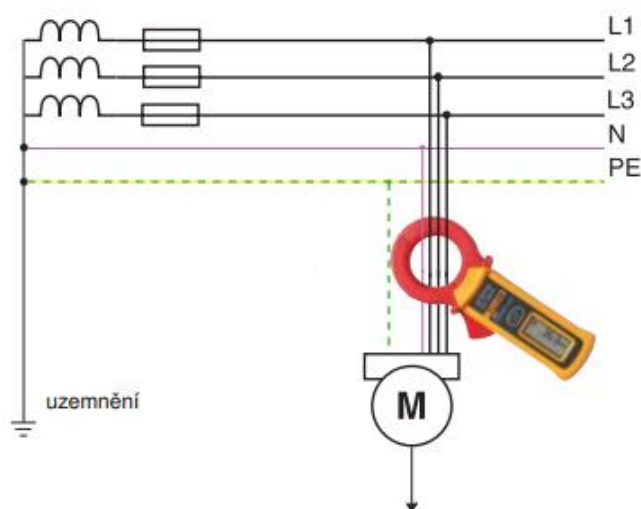
Rozdielový prúd je možné merať u izolovane uložených a aj u náhodne uzemnených spotrebičov, sú obopnuté pracovné vodiče kliešťovým miliampérmetrom.

Meranie bolo vykonané prístrojom Fluke 360. Merali sa prúdy pretekajúce pracovnými vodičmi na kábli, ktorým bolo čerpadlo pripojené.

Ak by sa jednalo o prívod zakončený trojfázovou vidlicou, mohol by sa použiť adaptér. Ide o špeciálne príslušenstvo, ktoré neobsahuje každý merací prístroj. Adaptér je trojfázový predlžovací prívod, v ktorom sú zabudované dva meracie transformátory. Jedným prechádza ochranný vodič a druhým prechádzajú pracovné vodiče. Prepínačom na meracom zariadení si môžeme zvoliť, ktorý z transformátoru má snímať unikajúci prúd [6].

Postup merania

- spotrebič sa uvedie do chodu,
- kliešťovým ampérmetrom obopneme pracovné vodiče,
- na displeji sa zobrazí hodnota unikajúceho prúdu.



Obr. 6.3: Meranie unikajúceho prúdu [15]

Parametre meracieho prístroja Fluke 360:

Funkcia	Rozsah	Rozlíšenie	Presnosť
AC prúd	3 mA	0,001 mA	1% ± 5 číslic
	6 mA	0,010 mA	1% ± 5 číslic
	30 A	0,01 A	1% ± 5 číslic (0 ~50 A)
	60 A	0,10 A	5% ± 5 číslic (50 ~60 A)

Nameraná hodnota prúdu pretekajúceho ochranným vodičom rozdielovou metódou je 0,97 mA. Hodnota prúdu je menšia ako udáva norma STN 33 1610.

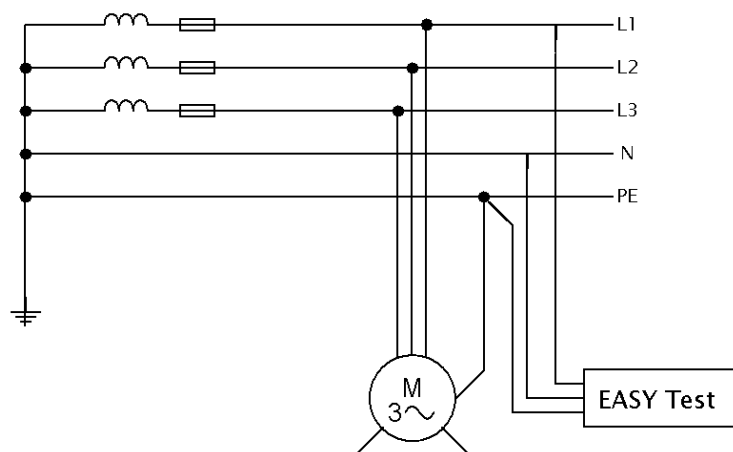
6.4 Meranie impedancie vypínacej slučky

Ide o meranie impedancie cez, ktorú preteká poruchový prúd pri preraze fázového napätia na kostru elektrického zariadenia. Meranie vypínacej slučky sa vykonáva k posúdeniu veľkosti vypínacieho prúdu. V sieti TN musí byť splnená podmienka, ktorá zaručí vybavenie istiaceho prvku. Pri napätí 230 V musí ochranný prvok zapôsobiť do 0,4 s [2].

$$Z_s * I_a \leq U_0 \quad (6.2)$$

Z_s – impedancia vypínacej slučky, I_a – prúd zaist'ujúci samočinnné odpojenie ochranného prvku, U_0 – menovité napätie siete proti zemy.

Meranie bolo vykonané prístrojom EASY Test HT 2030.



Obr. 6.4: Principiálna schéma meranie impedančnej slučky

Tab. 6-2: Meranie vypínacej slučky

Obvod	$R_s [\Omega]$
L1 - PE	rcd
L2 - PE	rcd
L3 - PE	rcd

rcd – pri meraní pôsobil prúdový chránič

Pri tomto meraní bol otočný prepínač v polohe R_s/I_k , merací prístroj bol pripojený podľa obr. 6.4. Meranie bolo vykonané pre každú fázu samostatne. Týmto meraním bolo overené automatické odpojenie pri poruche.

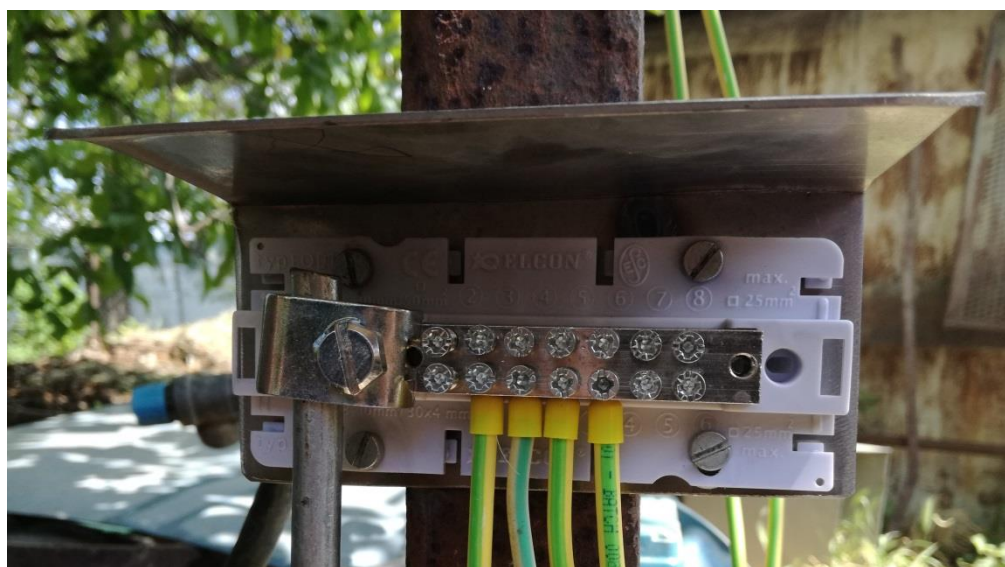
6.5 Kontrola ochranného pospájania

Pri prehliadke elektrického zariadenia bolo zistené, že v minulosti nebolo vykonané ochranné pospájanie vodivých častí, ktoré sa nachádzajú v blízkosti elektrického zariadenia. Tento nedostatok bol oznámený vlastníčkovi spotrebiča a pre zlepšenie bezpečnosti mu bolo navrhnuté vyhotovenie ochranného pospájania.



Obr. 6.5: Ekvipotenciálna svorkovnica

Následne bola na stĺp pripevnená ekvipotenciálna svorkovnica typu EQ01 od firmy ELCON. Táto svorkovnica bola uzemnená pomocou tyčového zemniča o dĺžke 2 metre. Na prepojenie uzemňovacej tyče a svorkovnice bola použitá gulatina FeZn s priemerom 10 mm. Na EQ svorku boli pripojené všetky vodivé časti nachádzajúce sa v blízkosti revidovaného zariadenia. Vodičom CY6 bola pripojená kovová časť nasávacieho potrubia, kovový stĺp, na ktorom je pripevnený spúšťač motora, PE zberňa v rozvádzači spúšťača, ako aj kovová časť elektromotora.



Obr. 6.6: Pripojenie zemniča a ochranného pospojovania na EQ svorku

Na overenie správnej funkcie bolo vykonané meranie odporu uzemnenia a meranie prechodových odporov vodičov ochranného pospájania.

Meraním odporu uzemnenia overujeme či hodnota uzemňovacieho odporu zemniča vyhovuje požiadavkám STN. Dostatočne malý odpor uzemnenia je

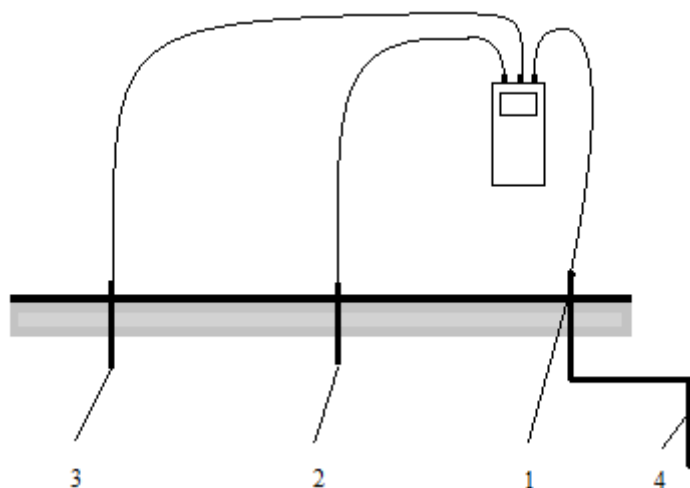
podmienkou správnej funkcie ochranného pospojovania. Uzemňovací odpor je vlastne prechodový odpor medzi zemničom a zemou. Veľkosť prechodového odporu závisí na ploche zemniča, na hĺbke jeho uloženia pod povrchom zeme a na vodivosti pôdy v blízkosti zemniča [2].

Na meranie odporu uzemnenia bol použitý prístroj MI 2126 Earth 2/3, ide o vysokokvalitný prístroj určený pre profesionálne testovanie zemného odporu 3-vodičovou metódou v súlade s normou EN 61557-5 [15].

Tab. 6-3 : Parametre prístroja

Funkcia	Rozsah merania	Rozlíšenie	Presnosť
Zemný odpor	0.00 Ω ... 19.99 Ω	0.01 Ω	\pm (2% z mer.hodn. + 10 dig.)
	20.0 Ω ... 199.9 Ω	0.1 Ω	\pm (2% z mer.hodn. + 10 dig.)
	200 Ω ... 999 Ω	1 Ω	\pm (2% z mer.hodn. + 10 dig.)
	1.000 k Ω ... 1.999 k Ω	1 Ω	\pm (2% z mer.hodn.+ 10 dig.)
	2.00 k Ω ... 19.99 k Ω	10 Ω	\pm 5% z meranej hodnoty

Zapojenie meracieho prístroja je znázornený na obr.6.4. K meraciemu prístroju boli pripojené tri vodiče: dva vodiče sú zakončené pomocnou sondou a jeden je pripojený na meraný zemnič.



Obr. 6.7: Meranie zemného odporu

Legenda: 1- zemnič , 2- sonda A 15 m, 3- sonda B 20 m, 4- zemniaca tyč

Merací prístroj napája striedavým napätím obvod medzi zemničom a sondou B, striedavé napätie je použité na zamedzenie vplyvu blúdivých prúdov na výsledok merania. Z napätia zdroja a nameraného prúdu pretekajúcim týmto obvodom prístroj určí veľkosť odporu celého obvodu. Na určenie odporu zemniča bola

použitá sonda A, ktorá slúži pre meranie napätia medzi zemničom a sondou A. veľkosť odporu sondy A nemá podstatný vplyv na presnosť merania, pretože meranie napätia je zabezpečené prístrojom s dostatočne veľkým vnútorným odporom.

Prístroj nám zobrazí hodnotu zemného odporu, ktorý vypočíta podľa [2]:

$$R_1 = \frac{U_{12}}{I} \quad [\Omega] \quad (6.3)$$

Nameraná hodnota zemného odporu bola 4,38 Ω . Porovnaním tejto hodnoty s [STN 33 2000_4_41] je potvrdený požadovaný odpor zemníča.

Meranie prechodových odporov jednotlivých častí pospojovnia bolo vykonané podľa postupu uvedeného v kapitole 6.1. Najväčšia nameraná hodnota prechodového odporu bola 0,01 Ω . Prechodové odpory ochranného pospojovania vyhovujú požiadavke [STN 33 0360]. Jednotlivé hodnoty prechodových odporov sú zaznamenané v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 6-4: Namerané hodnoty prechodového odporu

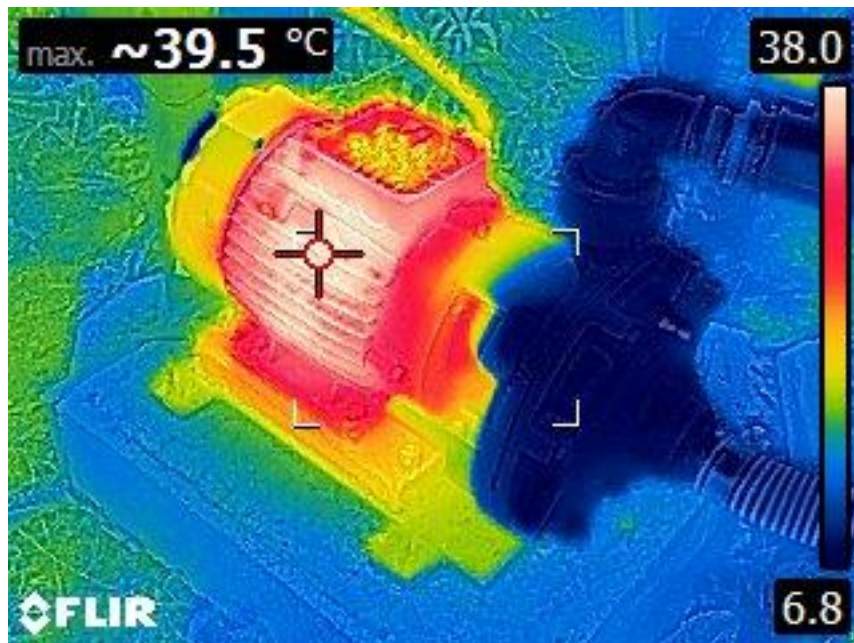
Meranie medzi	R [Ω]
svorkovnica PE - svorka EQ	0,00 Ω
železný stĺp - svorka EQ	0,00 Ω
motor - svorka EQ	0,00 Ω
sacie potrubie - svorka EQ	0,01 Ω

6.6 Termovízne meranie na elektrickom zariadení

Táto kontrola bola použitá ako prediktívne (predikcia = predpoveď) meranie. Podstatu tejto kontroly je predvídať stav spotrebiča a včasné odhalenie potenciálneho problému či poruchy. Dá sa povedať, že väčšina potenciálnych problémov sa v prvom rade prejavuje zvýšením teploty. Pri prevádzke elektrického motoru môžeme podľa nadmerného ohrevu identifikovať napäťovú nesymetrickosť a jeho preťaženie vplyvom záťaže alebo vplyvom poruchy motoru.

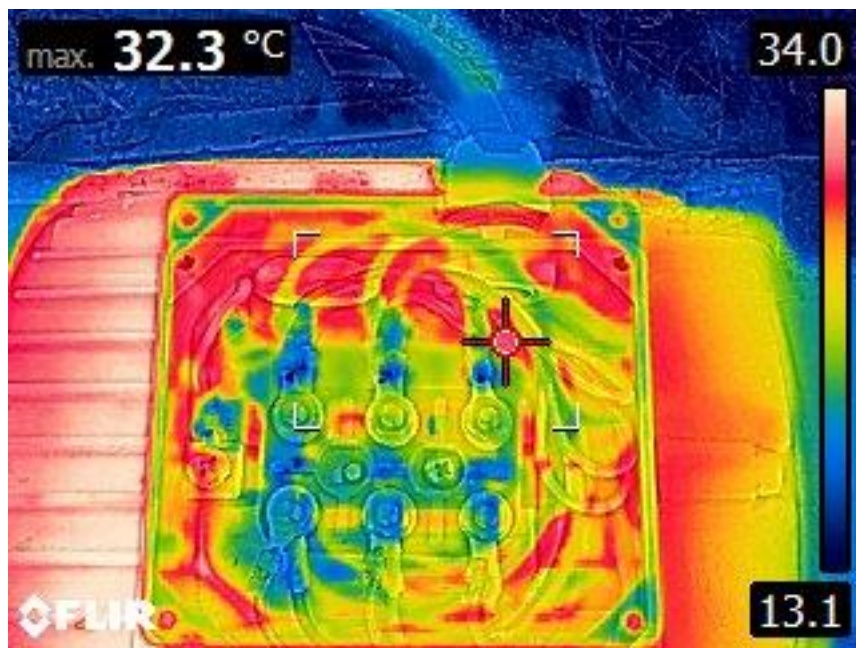
Na meranie bola použitá kamera FLIR E6

- Rozlíšenie senzoru 160 x 120 px,
- Teplotná citlivosť 0,06 °C,
- Teplotný rozsah -20 – 250 °C,
- Meracie funkcie 1 bo/ Min, Max.



Obr. 6.8: Teplota elektromotora

Na obrázku je vidieť rozloženie tepla na spotrebiči, ktorý je v prevádzke 3 hodiny. Stredový bod bol nastavený na automatické vyhľadávanie najteplejšieho miesta. Pri meraní bola nastavená emisivita pre polomatný povrch $\epsilon = 0,95$.



Obr. 6.9: Svorkovnica elektromotora

Záber na svorkovnicu, kde je možné vidieť, že najväčšie oteplenie je v mieste, kde sú prívodné vodiče vo zväzku.

7 PROBLEMATIKA MERACÍCH METÓD

7.1 Problematika merania izolačného odporu

Veľkú časť moderných elektrických spotrebičov nie je možné kontrolovať touto metódou. Jedným z dôvodov prečo nejde merať izolačný odpor, je prítomnosť elektronických prvkov v spotrebiči. Tieto prvky môžu byť meracím napätím 500 V zničené. Elektronické prvky môžu byť poškodené buď priamo meracím napätím, alebo krátkodobými vysokonapäťovými špičkami, ktoré náhodne vznikajú pri pripojení či odpojení meracieho napätia.

Izolačný odpor nie je možné merať jednosmerným napätím 500 V, pokiaľ spotrebič obsahuje prepäťové ochrany dimenzované na sieťové napätie 230 V.

Prepäťová ochrana spotrebiča predstavuje pre meranie takmer skrat, následne meraním bude zistený malý izolačný odpor, hoci je izolácia v poriadku.

Elektronika spotrebiča má na výsledky meraní izolačného odporu oveľa závažnejší vplyv tým, že oddelí meracie napätie od živých šŕastí spotrebiča [5].

Spotrebiče vybavené:

- elektronicky riadeným stýkačom,
- elektronickým regulátorom otáčok, alebo regulátorom osvetlenia.

Pri meraní trojfázového spotrebiča pevne pripojeného môže nastať problém, ak použijeme schému uvedenú v prílohe normy STN 33 1610. Podľa tejto schémy sa odpojí neutrálny vodič a jeden pól meracieho napätia sa pripojí na stred trojfázovej záťaže (napr. motora) zapojenej do hviezdy. Druhý pól meracieho napätia sa pripojí na neživé vodivé časti spotrebiča. Aby tento spôsob merania bol možný musia byť splnené tieto podmienky:[5]

- výkonová časť spotrebiča musí byť zapojená do hviezdy,
- odpory jednotlivých častí záťaže musia byť oveľa menšie než medzná hodnota izolačného odporu povolená normou, pretože ich odpory sa pri tomto postupe merania prirátajú k izolačným odporom jednotlivých pracovných vodičov a opticky tak vylepšujú nameraný výsledok [5].

7.1 Problematika merania prúdu prechádzajúceho ochranným vodičom

Izolované uloženie spotrebiča.

Podmienkou správnosti priameho merania unikajúceho prúdu je izolované uloženie spotrebiča. To znamená, že spotrebič nesmie byť uzemnený iným spôsobom ako cez ochranný vodič PE napájacieho prívodu.

Pri použití priamej metódy merania prúdu pretekajúceho ochranným vodičom je najdôležitejšie aby bol spotrebič odpojený od všetkých náhodných uzemnení a uložený na izolačnú podložku dostatočnej hrúbky. Tým bude spotrebič pri meraní chránený pred priamym dotykom jeho vodivých častí s uzemneným podložíom. Doporučená hrúbka podložky je 50 až 100 milimetrov, tiež môže byť spotrebič uložený na nevodivom pracovnom stole.

Ak nie je možné zaistiť izolované uloženie spotrebiča, metódu priameho merania prúdu prechádzajúceho ochranným vodičom nemôžeme použiť. Je potrebné zvoliť inú metódu najčastejšie meranie rozdielového prúdu [6].

Spotrebiče s elektronickými časťami.

Unikajúci prúd môže byť striedavý, jednosmerný, usmernený, alebo môže ísť o ich rôzne kombinácie. Nameraný výsledok je potom skreslený, pretože nie každý merací prístroj je stavaný na meranie všetkých druhov unikajúcich prúdov.

Na trhu je veľké množstvo prístrojov na meranie unikajúcich prúdov a veľká časť z nich predpokladá unikajúci prúd ako sínusový priebeh prúdu o frekvencií 50 Hz. Pri meraní určitého spotrebiča, môžeme namerať odlišné hodnoty unikajúceho prúdu použitím rôznych typov meracích prístrojov. Výsledok merania môže vo veľkej miere ovplyvniť aj jednosmerná zložka unikajúceho prúdu. Veľký počet spotrebičov obsahuje usmerňovače alebo elektrické obvody produkujúce jednosmerný alebo usmernený pulzný priebeh. Pri takýchto spotrebičoch, ktoré sú izolovane uložené, je vhodné použiť priame meranie unikajúceho prúdu cez vodič PE. Je nutné mať prístroj, ktorý nevyužíva k snímaniu prúdu merací transformátor, ktorý jednosmernú zložku nezmeria [6].

Vplyv stavu elektrickej inštalácie na meranie

Meranie prúdu pretekajúceho vodičom môže byť ovplyvnené stavom elektrickej inštalácie, do ktorej je merací prístroj pripojený. Aby prístroj dokázal zmerať prúd ochranným vodičom, musí mať unikajúci prúd možnosť odtekať cez merací prístroj a ochranný vodič elektrickej inštalácie do zeme. Unikajúci prúd sa zmenší, ak je impedancia ochrannej slučky v zásuvke veľká alebo ak je ochranná slučka zásuvky prerušená, unikajúci prúd vôbec nepotečie cez merací prístroj [6].

8 VYHODNOTENIE REVIDOVANÉHO ZARIADENIA

PROTOKOL č. 1

O pravidelnej revízii elektrického spotrebiča počas používania
vykonanej podľa normy STN 33 1610

Názov: Calpeda		Typ: monoblokové čerpadlo	
Výrobca: Möller	Výrob./Invent. číslo: 0712329720	Rok výroby: 2010	
Menovité napätie U_n 400V	Menovitý prúd I_n 8,3 A	Menovitý príkon P_n 7,5 kVA	
Trieda ochrany: I II III *	Skupina používania : A B C *	Majiteľ: Záhradníctvo Šoka s.r.o.	
Sieťový prívod : oddeliteľný * neoddeliteľný	Materiál: meď	Dĺžka: 2 m	Prierez: 4 mm ²
Poznámka: doplniť označenie – pozor elektrické zariadenie, nehas vodou ani penovým prístrojom			

Výsledok revízie: vyhovuje

PREHLIADKA		vyhovuje/nevyhovuje*
SKÚŠKA CHODU		vyhovuje/nevyhovuje*
Namerané hodnoty	Odpor ochranného vodiča	0,2 Ω
	Izolačný odpor :	22 G Ω
	Unikajúci poruchový prúd	0,97 mA
	Meracia metóda	vyhovuje/nevyhovuje*
	Priama metóda	
	Rozdielová metóda	
	Zemný odpor	4,38 Ω

Celkové hodnotenie:

Predmetný elektrický spotrebič:

Vyhovuje/~~nevyhovuje~~* Pri nevyhovujúcom stave doplniť preukázateľné poučenie užívateľovi a návrh opatrní, ktoré je potrebné vykonať!

Termín nasledujúcej revízie : 28.11.2017, alebo neskôr pred jeho ďalším použitím

Použitý merací prístroj	Výrobné číslo	Rok kalibrácie
EASY test	97012063	2014
METRISO 5000A	1000071767	2013
Fluke 360	4330017	2015
MI 2126 Earth 2/3	5608740	2014

Revíziu vykonal: Meno: Ondrej

Priezvisko: Porubský

Osvedčenie:

Študent VUT v Brne

Dátum vystavenia: 28.4. 2017

Podpis:

* NEHODIACE SA PREČIARKNUŤ

9 ZÁVER

Obsahom bakalárskej práce je zoznámenie sa s vykonávaním revízie elektrického spotrebiča so zameraním sa na problematiku meracích metód pri revízii.

V teoretickej časti som sa zoznámil s príslušnými normami a predpismi v Slovenskej republike pre vykonávanie revízií elektrického zariadenia, ktoré mi rozšírili pohľad na revíziu a hlavne na meracie metódy.

Dôkladne som sa oboznámil so zariadením, na ktorom som vykonal revíziu podľa normy STN 33 1610. Popísal som metódy použité pri revízií vybraného elektrického spotrebiča a zameral som sa na problematiku súvisiacu s týmito metódami.

V praktickej časti som vykonal prehliadku elektrického zariadenia, pri ktorej som zistil, že zariadenie nemá doplnkovú ochranu pospojovaním. Táto ochrana bola doplnená, čím sa zvýšila bezpečnosť ľudí, ktorí toto zariadenie obsluhujú. Vykonal som merania, ktorými bol overený stav elektrického zariadenia. Spracoval som protokol o revízii, ktorého výsledkom je zistenie, že zariadenie je schopné prevádzky. Bola to moja prvá skúsenosť s normami revíziou, ktorá ma zaujala a nadchla do budúcnosti.

Literatúra

- [1] VESELKA, František a Rostislav HUZLÍK. *Inspekční a revizní činnost*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 9788072045686.
- [2] VESELKA, František a Rostislav HUZLÍK. *Inspekční a revizní činnost: laboratorní a numerická cvičení*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 9788072045679.
- [3] MERAVÝ, Ján a Juraj TOMÁNEK. *Vykonávanie revízie elektrických zariadení po novom*. Druhé prepravované. Trenčín: IGAZ, 2015. ISBN 978-80-89576-03-6.
- [4] VESELKA, František. *Stavba elektrických strojů II: praktické využití netradičních vědeckých metod ke studiu a inovaci elektrických strojů a zařízení*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 9788072046225.
- [5] KOUPÝ, Leoš. Měření elektrických spotřebičů při revizích: odborný časopis pro elektrotechniku. *ELEKTRO* [online]. 2004, **2004**(3) [cit. 2017-05-24]. DOI: časopis elektro. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro>
- [6] KOUPÝ, Leoš. Měření elektrických spotřebičů při revizích: odborný časopis pro elektrotechniku. *ELEKTRO* [online]. 2004, **2004**(4) [cit. 2017-05-24]. DOI: časopis elektro. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro>
- [7] Schéma prepínača Y/D SDAINLM 16In: *EATON* [online]., 2007 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: <http://www.eatonelectric.sk/content/download/ATT00057.zip>
- [8] STN 33 1500 Elektrotechnické predpisy - Revízie elektrických zariadení, Praha: Vydavatelství norem Praha 1960
- [9] STN 33 1500 -Z1Elektrotechnické predpisy - Revízie elektrických zariadení Zmena 1, Slovenský ústav technickej normalizácie 2007
- [10] STN 33 1610 Revízie a kontroly elektrických spotrebičov počas ich používania, Slovenský ústav technickej normalizácie 2002
- [11] Triedy ochrán elektrických predmetov. In: SPŠEKE [online]. [cit. 2016-12-23] <http://www.spseke.sk/web/kabinety/els/16tierdy/16tierdy.htm>
- [12] KOUPÝ, Leoš. Měření elektrických spotřebičů při revizích: odborný časopis pro elektrotechniku. *ELEKTRO* [online]. 2004, **2004**(5) [cit. 2017-05-24]. DOI: časopis elektro. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro>
- [13] Merací přístroj FLUKE 360. In: *Meratest.sk* [online]. [cit. 2017-05-28]. Dostupné z: http://meratest.sk/prilohy/E-Shop/02_ELEKTRICKE_VELOCINY/05_MULTIMETRE/01_KLIESTOVE_MULTIMETRE/03_Velmi_male_unikajuce_prudy/FLUKE_360.pdf
- [14] *Calpeda* [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.calpeda.cz/cz/zemedelstvi-a-zavlazovani>
- [15] *Micronix: katalógový list MI 2121 Earth2/3* [online]. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://eshop.micronix.sk/data/sk/att/002/5706-6248.pdf>

- [16] MENTLÍK, Václav. *Diagnostika elektrických zařízení*. Praha: BEN - technická literatura, 2008. ISBN 9788073002329.

Zoznam symbolov, veličín a skratiek

FEKT	-	Fakulta elektrotechniky a komunikačných technológií
VUT	-	Vysoké učení technické v Brně
nn	-	nízke napätie
vn	-	vysoké napätie
STN	-	Slovenská technická norma
PG	-	pancierový závit
MP	-	merací prístroj
EQ	-	eqvipotenciálna

Zoznam príloh

Tab. 0-1 :Lehoty pravidelných revízií elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny podľa vonkajších vplyvov určených na základe STN 33 2000-5-51(prevzaté z [9])

		Lehoty pravidelných revízií podľa vonkajších vplyvov									
Kategória	Povaha	Trieda									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	AA Teplota okolia	3	3	3	5	5	3	3	3		
	AB Teplota a vlhkosť	3	3	3	5	5	3	3	3		
	AC Nadmorská výška	5	3								
	AD Voda	5	3	1 ^{e)}	1 ^{e)}	1	1	1	1		
	AE Cudzie pevné telesá	5	5	5	5	3	3				
	AF Korózia	5	4	3	1						
	AG Nárazy, otrasy	5	5	2							
	AH Nárazy	5	5	2							
	AJ Iné mechanické namáhania	Pripravuje sa									
	AK Rastlinstvo alebo plesne	5	3								
	AL Živočíchy	5	3								
	AM E. mlag., stat. a ioniz. účinky	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	AN Slnéčné žiarenie	5	5	4							
	AP Seizmické otrasy	5	5	a)	a)						
	AQ Blesk	5 ^{b)}	5 ^{b)}	5 ^{b)}							
	AR Pohyb vzduchu	5	5	5							
	AS Vietor	5	5	4							
	AT Snehová prikrývka	5	4	4							
AU Námraza	5	4	4	4	4	4	4	4	4		
B	BA Spôsobilosť osôb	5	4	5	5	5					
	BB Odpor tela	5	5	3							
	BC Dotyk so zemou	5	5	4	1						
	BD Únik	5	4	2	2						
	BE Spracovávané/skladované látky	5	2 ^{c)}	2 ^{d)}	5						
C	CA Stavebné materiáli	5	2								
	CB Konštrukcii stavby	5	2	2	2						
Legenda											
a) V SR sa triedy AP3 a AP4 nevyskytujú.											
b) Týka sa elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny. Požiadavky na revízie zariadení na ochranu stanovuje STN EN 62305-3 (34 1390).											
c) Platí pre triedy BE2-N1 až BE2-N3.											
d) Platí pre triedy BE3-N1 až BE3-N3.											
e) Ak je výskyt vody len vo forme dažďa lehota pravidelnej revízie je 4 roky.											
POZNÁMKA: Triedy s tmavým pozadím sa považujú za triedy normálnych vonkajších vplyvov podľa STN 33 2000-5-51											

Tab. 0-2: Lehoty pravidelných revízií elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny podľa druhu objektov a niektorých vybraných zariadení (prevzaté z [9])

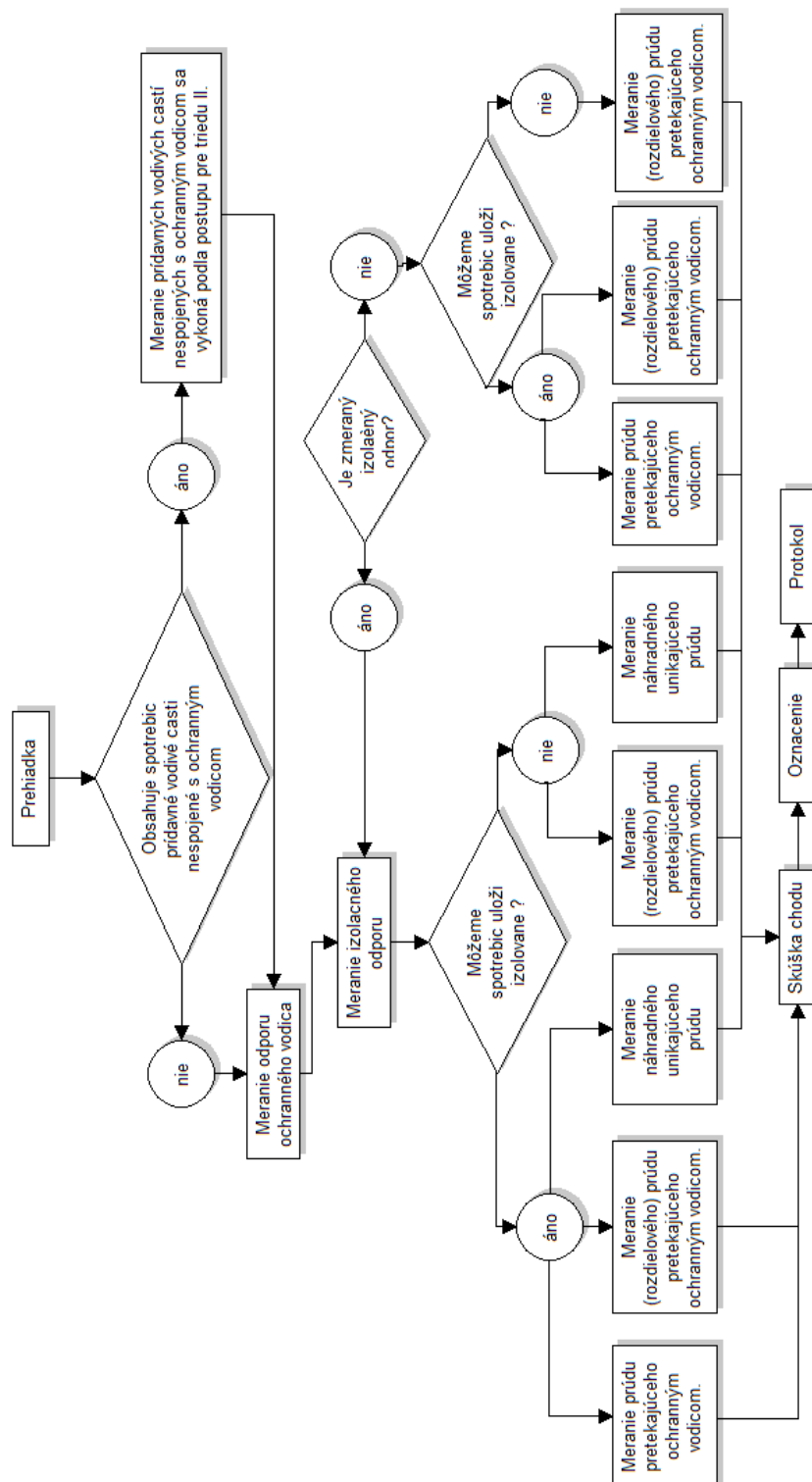
Druh objektu a zariadenia	Lehota v rokoch
Elektrické inštalácie :	
-murované obytné a kancelárske budovy	5 ^{a), b)}
-školy, materské školy, jasle, hotely a iné ubytovacie zariadenia rekreačné strediská a pod.	3
-objekty a priestory určené na zhromažďovanie viac ako 250 osôb (napr. kultúrne a športové zariadenia), výškové budovy	2
-objekty zhotovené z horľavých materiálov sa stupňom horľavosti C1, C2, C3 ^{c)}	2
-pojazdné a prevozné prostriedky ^{d)}	1
-dočasné elektrické inštalácie ^{e)}	0,5
Zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny:	
-objekty a priestory s nebezpečenstvom výbuchu alebo požiaru	2
-ostatné objekty	5
Legenda:	
^{a)} nevzťahuje sa na bytové priestory a príslušenstvo bytu	
^{b)} Pozri aj STN ES 59009 (33 1620)	
^{c)} Stupne horľavosti podľa STN 73 0823	
^{d)} Za pojazdny a prevozný prostriedok sa považujú zariadenia podľa STN 33 2000 -7-754, TN 34 1330 a niektoré ďalšie prostriedky, napr. pojazdné a prevozne miešačky	
^{e)} Napr. podľa STN 33 2000-7-704, STN 33 2000-7-711	

Tab. 0-3: Lehoty pravidelných revízií existujúcich elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny podľa druhu prostredia určeného na základe STN 33 0300: 1988 a STN 33 0300: 2001 (prevzaté z [9])

Druh prostredia	Lehota v rokoch
základné	5
normálne	5
studené	3
horúce	3
vlhké	3
mokrú	1
so zvýšenou koróznou agresivitou	3
a extrémnou koróznou agresivitou	1
prašné s nehorľavým prachom	3
s otrasmi	2
s biologickými škodcami	3
pasíve z nebezpečenstvom požiaru	2
pasívne z nebezpečenstvom výbuchu	2
vonkajšie	4
pod prístreškom	4

Príloha A

Postup revízie elektrického zariadenia triedy ochrany I [10].



Príloha B

Postup revízie elektrického zariadenia triedy ochrany II a III [10].

